مجله مدل‌سازی پیشرفته ریاضی
سال ۱۴۰۲، دوره ۱۳، شماره ۴، ص ۵۴۴-۵۳۴

شاپا چاپی: ۲۲۵۱-۸۰۸۸
DOI: 10.22055/JAMM.2024.43134.2141

جرم‌شناسی پست‌مدرن و مدل‌سازی دینامیکی جرم به کمک ریاضیات

یوسف محمدی [(۱)] [۱]، حسین خیری [(۲)] و رویا قاسم‌خانی [(۱)]

[(۱)] گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
[(۲)] گروه ریاضی کاربردی، دانشکده ریاضی، آمار و علوم کامپیوتر، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

دبیر مسئول: فاطمه هلن قانع

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱

چکیده: کنترل جرم و برقراری امنیت، از جمله نیازهای ضروری توسعه در هر جامعه‌ای محسوب می‌شود. یکی از نظریه‌های بسیار پرکاربرد علم جرم‌شناسی که از دهه ۱۹۹۰ میلادی متولد شد، جرم‌شناسی پست‌مدرن یا التقاطی است. جرم‌شناسی پست‌مدرن با ترکیب نظریه‌های مختلف علمی از جمله ریاضی سعی در تحلیلی همه جانبه از جرم دارد. امروزه برای مطالعه رفتارهای دینامیکی بسياري از پدیده‌ها و فرایندها در علوم مهندسی، علوم پایه و علوم انسانی از مدل‌های ریاضی استفاده می‌شود. مدل‌سازی ریاضی یکی از ابزارهای مهم دانشمندان در کنترل و پیش‌بینی آینده پدیده‌های دینامیکی مختلف است. در حوزه علم حقوق و به خصوص در حوزه علم جرم‌شناسی، این مدل‌ها برای ارزیابی راهبردهای کنترل جرم بسیار سودمند هستند. در این مقاله با استفاده از ریاضی به مدل سازی دینامیکی جرم و تحلیل آن می‌پردازیم.

واژه‌هاي کليدي: جرم، جرم‌شناسی پست‌مدرن، معادلات دیفرانسیل.

رده‌بندی ریاضی: 34D23; 37B25

[۱] نویسنده مسئول مقاله
(H.Keiri) h-kheiri@tabrizu.ac.ir , (U. Mohammadi) u.mohamadi@ujiroft.ac.ir
(R.Ghasemkhani) roya.ghasemkhani@gmail.com

۱ مقدمه

یکی از مهم‌ترین مسائل درکشورهای جهان، وقوع جرم و افزایش ناهنجاری‌های اجتماعی است. با اینکه جرم باعث تزلزل در پایه‌های امنیت و سلامت روانی افراد جامعه گشته و صدمات و هزینه‌های جدی را به بار می‌آورد، اما ارائه یک تعریف منسجم و جامع از جرم بسیار چالش‌برانگیز است [۳، ۱۵]. در واقع جرم یک پدیده دینامیکی پیچیده‌ای است که تاکنون تعریف یکسانی از آن ارائه نشده است [۳، ۱۷]. افزایش جرم و جنایت در جهان، همراه با تأثیرات منفی آن بر قربانیان، در زمان‌های اخیر بسیار نگران‌کننده است .[۵، ۸، ۱۸] طبق ماده ۲ قانون مجازات اسلامی ایران هر رفتاری اعم از فعل یا ترک فعل که در قانون برای آن مجازات تعیین شده است، جرم محسوب می‌شود[۱]. بدین سان، در قانون، جرم تعریف ذاتی و دقیق ندارد، بلکه متکی و منوط به وجود مجازات است [۲، ۱۶، ۲۰]. جرم از سه عنصرتشکیل شده است که عبارتند از: عنصر قانونی، عنصر مادی و عنصر معنوی جرم. تمامی جرایم مشخص شده در قوانین کیفری دارای این سه عنصر جرم بوده، البته با این توضیح که سه عنصر قانونی، مادی و معنوی از یک جرم به جرم دیگر، متفاوت می‌باشند[۱]. برای یافتن فهرست و دسته‌بندی جامع‌تری از جرم می‌توان به منابع [۳، ۷، ۱۹]. مراجعه کرد. جرم چه در گذشته و چه در در حال حاضر، جوامع بشري را به چالش کشیده و همواره یکي از مسائل مهم حتی در کشورهاي توسعه یافته بوده است. امروزه، مطالعه و تحلیل رفتارهای مجرمانه و چگونگی گسترش آن در جامعه به منظور پیش بيني و مهار رفتارهای مجرمانه اهمیت فراوان دارد. بازدارندگی از ارتکاب جرم، یکی ازکلیدی‌ترین اهداف هر نظام عدالت‌کیفری است. یکی از نظریه‌های جرم‌شناسی که از دهه ۱۹۹۰ میلادی متولد شد، جرم‌شناسی پست‌مدرن یا التقاطی است. پست‌مدرنیسم از دو واژه پست به معنای بعد و مدرنیسم به معنای تجدد گرایی و نوگرایی تشکیل شده است و در اصطلاح یک جنبش علمی و فرهنگی است که برای حل معضلات مدرنیته تلاش می‌کند. در واقع ماهیت پست‌مدرنیسم پیچیده، میان رشته‌ایی و گسترده است و همین امر فهم و درک و تعریف آن را تا حدود زیادی مشکل نموده است. جرم‌شناسی پست‌مدرن با الهام از نظریات دانشمندان و دکترین حقوقی، روی‌کرد جدیدی از حقوق کیفری ارائه کرده است و با تاکید بر عوامل ساختاری بزه‌کاری و تاکید بر ایجاد گفتمان‌های جایگزین و صلح‌جویانه، تحلیل و اصلاح ساختارهای غالب، در تحول نظریه‌های جرم‌شناختی، کیفرشناختی و فلسفه حقوق کیفری نقش مهمی ایفا کرده است. جوهره‌ی جرم‌شناسی پست‌مدرن به‌عنوان یکی از زیرشاخه‌های جرم‌شناسی انتقادی این است که جرم و کنترل آن را نمی‌توان ازکلیت زمینه‌های فرهنگی و ساختاری برساخته و نظم‌گرفته با گفتمانی که در آن تولید شده است، جدا دانست. این جرم‌شناسی جدید از طریق تحلیلی سیناپسی، به اتصالات در هم‌پیچیده جرم با روابط بسیار پیچیده اجتماعی می‌پردازد[۲، ۲۱]. جرم‌شناسی پست‌مدرنیسم جامعه را یک سیستم کلی می‌داند که تمام انسان‌ها را در بر گرفته و بر رفتار آنها تاثیر می‌گذارد. ازاین‌رو هر تصمیمی در دولت و مجلس بر همه شوون و شرایط جامعه تاثیر می گذارد. جرم‌شناسی پست‌مدرن با ترکیب نظریه‌های مختلف از رشته‌های علمی گوناگون سعی در تحلیلی همه‌جانبه از جرم دارد. نگاه به جرم به عنوان یک واقعیت عینی در این نظریه جایی ندارد و جرم‌شناسان پست‌مدرن بر این باورند، که به علت پیچیده بودن روابط انسانی و اجتماعی، به نظریه‌های پیچیده‌تر علت‌شناختی مانند نظریه آشوب نیز نیاز است [۲]. در جرم‌شناسی پست‌مدرن مدل‌هاي ریاضي مي‌توانند در مطالعه رفتار مجرمانه در جامعه و تعیین خط مشي کاراتر براي مقابله و کنترل آن مورد استفاده قرارگیرند. تاکنون تحقیقات زیادی با بینش ریاضی جهت یافتن راه حل‌هایی برای کنترل جرم و جنایت ارائه شده است [۶، ۹–۱۱]. همچنین در مراجع [۱۲–۱۴] رفتار دینامیکی جرم با افراز جامعه مورد مطالعه به دسته‌های مختلف دیگری متفاوت از این مقاله مورد مطالعه قرارگرفته است.

در این مقاله سعی کرده‌ایم مدل دینامکی جرم را بر اساس قانون مجازات اسلامی ایران پیشنهاد دهیم و از طریق مدل‌سازی ریاضی به تحلیل رفتار آن بپردازیم. مقاله حاضر به شرح زیر سازماندهی شده است. مدل دینامیکی جرم در بخش ۲ فرمول‌بندی شده است. تحلیل‌های مدل دینامیکی ارائه شده در بخش‌های ۳، ۴ و ۵ آمده است. شبیه‌سازی‌های عددی جهت تایید مباحث نظری در بخش ۶ آورده شده است. سرانجام، بحث و نتیجه‌گیری در بخش ۷ بیان شده است.

۲ توصیف مدل

در این مقاله سعی داریم با توجه به مدل ریاضی کرماك- مك‌کندریك [۴]، یک مدل دینامیکی برای مطالعه روند گسترش جرم در جامعه ارائه دهیم. در ابتدا جمعیت مورد مطالعه را به سه زیر مجموعه افراز می‌کنیم:

۱- مجموعه اول، افرادی هستند که تاکنون مرتکب جرم نشده‌اند، اما مستعد به انجام جرم می‌باشند. تعداد افرادی که در مجموعه اول قرار می‌گیرند را با $N_s(t)$ نمایش می‌دهیم.
۲- مجموعه دوم، افرادی هستند که مجرم بوده و فرض می‌شود، که این افراد می‌توانند باعث گسترش جرم در جامعه شوند. تعداد این افراد را با $N_c(t)$ نمایش می‌دهیم.
۳- مجموعه سوم، افرادی هستند که در گذشته مرتکب جرم شده‌اند ولی اکنون فاقد سوءپیشینه کیفری می‌باشند. سوء پیشینه کیفری را می‌توان تحت عنوان مجازات‌هایی در نظر گرفت، که در ضمن ماده ۲۵ قانون مجازات اسلامی ایران مشخص شده و به موجب آن، پس از ارتکاب جرایم خاصی، در مدت زمان معینی بعد از اجرای حکم قطعی، محکوم‌علیه، از برخی حقوق اجتماعی محروم می‌گردد. در اینجا فرض می‌کنیم که هر شخص مجرم بعد از تحمل مجازات تا مدت معینی تمایلی به ارتکاب جرم نداشته باشد. تعداد افراد این مجموعه را با $N_r(t)$ نمایش می‌دهیم.
روشن است که تعداد اعضای این سه مجموعه در طول زمان و در جریان به وقوع پیوستن جرم تغییر می‌کند، بنابراین $N_s(t)$ ، $N_c(t)$ و $N_r(t)$ توابعی بر حسب زمان هستند. در اینجا فرض می‌کنیم که جمعیت مورد مطالعه بخش کوچکی از یک جمعیت بزرگ باشد که در معرض ارتکاب به جرم می‌باشند و تعداد این جمعیت مورد مطالعه را با $N(t)$ نمایش میدهیم. از این‌رو داریم

$$N(t) = N_s(t) + N_c(t) + N_r(t).$$

حال تلاش می‌کنیم تا به کمک معادلات دیفرانسیل، رفتار دینامیکی هر مجموعه را توصیف کنیم. برای به‌دست آوردن معادلات دیفرانسیل ابتدا مجموعه اول را توصیف می کنیم.
زمانی که یک فرد در پناه اصل برائت (ماده ۳۷ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران) می‌باشد، ولی مستعد به انجام جرم هست و در تماس با یک فرد مجرم قرار می‌گیرد، آن فرد با احتمالی گرایش به انجام جرم پیدا می‌کند و با احتمالی از مجموعه اول به مجموعه دوم منتقل می‌شود. فرض می‌شود، افراد این مجموعه با نرخ ثابت λ امرتکب جرم شوند، از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\frac{dN_s(t)}{dt} = -\lambda. \tag{۱.۲}$$

در ادامه با توجه به اطلاعات در جامعه، مقداری را برای پارامتر λ پیدا می‌کنیم. فرض کنید، تعداد کل تماس‌های یک فرد مجرم در یک دوره زمانی با کل جمعیت متناسب باشد. از این‌رو به ازای ثابتی مانند K تعداد کل تماس‌های یک فرد مجرم با افراد مجموعه اول برابر با $KN_S(t)$ است. در نتیجه تعداد کل تماس‌های افراد مجرم با افراد مجموعه اول از رابطه $KN_C(t)N_s(t)$ بدست می‌آید. البته باید توجه نمود، هر تماس بین یک فرد مستعد و یک فرد مجرم، لزوماً به انجام جرم توسط فرد مستعد، منجر نمی‌شود. فرض می‌کنیم که احتمال انجام جرم توسط فرد مستعد در اثر تماس با فرد مجرم برابر p باشد. از این‌رو تعداد افرادی که از مجموعه اول در برخورد با افراد مجرم وارد مجموعه دوم می‌شوند، از رابطه $\lambda = pKN_s.N_c$ حاصل می‌شود. با فرض $\beta = pK$ و افزایش نرخ ثابت Λ برای افراد جامعه اول، نتیجه می‌شود:

$$\frac{dN_s(t)}{dt} = \Lambda - \beta N_c(t)N_s(t). \tag{۲.۲}$$

اکنون تلاش می‌کنیم تا معادله‌ایی برای نرخ تغییرات مجموعه دوم، یعنی برای $N_c(t)$ بیابیم. افرادی که در پناه اصل برائت می‌باشند در صورت ارتکاب جرم از مجموعه اول به مجموعه دوم منتقل می‌شوند. از طرفی گروهی که مجازات خود را متحمل شده و سوء پیشینه کیفری آنها پاک گردیده از مجموعه دوم خارج می‌شوند. فرض کنید این افراد با نرخ تغییر α در یک دوره زمانی از گروه مجرمین خارج می‌شوند؛ به عبارت دیگر αN_c تعداد افراد مجرمی است که در یک دوره زمانی از گروه دوم خارج می‌شوند. در این صورت داریم:

$$\frac{dN_c(t)}{dt} = \beta N_c(t)N_s(t) - \alpha N_c(t) \tag{۳.۲}$$

در پایان برای محاسبه نرخ تغییرات مجموعه سوم، توجه کنید که افرادی که قبلاً مجرم بوده اند، بعد از تحمل کیفر از گروه مجرمان خارج شده و به مجموعه سوم وارد می‌شوند. از این‌رو داریم:

$$\frac{dN_r(t)}{dt} = \alpha N_c(t) \tag{۴.۲}$$

بنابراین با توجه به معادلات (۲.۲) (۴.۲) ، به دستگاه معادلات معادلات دیفرانسیل زیر می‌رسیم:

$$\begin{aligned} \frac{dN_s(t)}{dt} &= -\beta N_c(t)N_s(t) + \Lambda \\ \frac{dN_c(t)}{dt} &= \beta N_c(t)N_s(t) - \alpha N_c(t) \\ \frac{dN_r(t)}{dt} &= \alpha N_c(t). \end{aligned} \tag{۵.۲}$$

برای توصیف دینامیک چگونگی گسترش جرم در جامعه می‌توان رفتار کیفی دستگاه فوق را با در دست داشتن شرایط اولیه $N_s(\circ)$ ، $N_c(\circ)$ و $N_r(\circ)$ مطالعه نمود.

۳ نقاط تعادل و بررسی دینامیک آنها

در این بخش نقاط تعادل سیستم را یافته و پایداری آنها را مورد مطالعه قرار می‌دهیم. از آنجا که معادله سوم در دو معادله اول نقشی ندارد، در بررسی رفتار کیفی سیستم می‌توان، آن را نادیده گرفت.

$$\begin{aligned} \frac{dN_s(t)}{dt} &= -\beta N_c(t)N_s(t) + \Lambda \\ \frac{dN_c(t)}{dt} &= \beta N_c(t)N_s(t) - \alpha N_c(t) \end{aligned} \tag{۱.۳}$$

معادلات طرف دوم سیستم (۱.۳) را برابر صفر قرار داده و نقطه تعادل $P_\circ(\frac{\alpha}{\beta}, \frac{\Lambda}{\alpha})$ را بدست می‌آوریم. برای بررسی رفتار موضعی سیستم در نطقه تعادل $P_\circ$ ، ماتریس ژاکوبین سیستم (۱.۳) را در این نقطه ثابت بدست می‌آوریم

$$J = \begin{pmatrix} -\frac{\beta\Lambda}{\alpha} & -\alpha \\ \frac{\beta\Lambda}{\alpha} & \circ \end{pmatrix}. \tag{۲.۳}$$

نطقه تعادل $P_\circ$ به صورت موضعی پایدار خواهد بود، در صورتی‌که مقادیر ویژه ماتریس ژاکوبی منفی باشد. معادله مشخصه این ماتریس به صورت زیر است:

$$\lambda^{۲} + \frac{\beta\Lambda}{\alpha}\lambda + \beta\Lambda = \circ.$$

از آنجا که تمام ضرایب مثبت هستند، از این‌رو ریشه‌ها منفی می‌باشند. بنابراین نقطه $P_\circ$ به طور موضعی پایدار است. حال اگر $\Lambda = \circ$ در نظر گرفته شود، نقطه تعادل $P_۱(\frac{\alpha}{\beta}, \circ)$ بدست می‌آید که که از نوع هذلولوی نیست، بنابراین با خطی‌سازی نمی‌توان رفتار پایداری آن را بررسی نمود. در ادامه در بخش بعد با تعریف عدد مولد پایه R_0 به بررسی رفتار منحنی‌های جواب می پردازیم.

۴ عدد مولد پایه

حد آستانه و یا همان عدد مولد پایه، نقش مهمی در تعیین دینامیک تولید جرم در جامعه دارد، به عنوان میانگین تعداد جرم‌های ثانویه که در اثر ورود یک فرد مجرم به یک مجموعه مستعد ایجاد می‌شود، تعریف می‌گردد. این عدد که به پارامترهای مدل بستگی دارد، با نماد R_0 نمایش داده می‌شود. اگر عدد مولد پایه کمتر از واحد باشد افراد مجرم در نهایت از بین می‌روند و اگر بیشتر از واحد باشد نشان‌دهنده آن است که تعداد مجرمان افزایش پیدا می‌کنند. برای تعیین عدد مولد پایه، معادله دوم از سیستم (۱.۳) را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم

$$\frac{dN_c(t)}{dt} = N_c(t)(\beta N_s(t) - \alpha). \tag{۱.۴}$$

از معادله (۱.۴) نتیجه می‌شود که افراد مجرم در صورتی افزایش می‌یابد که داشته باشیم: $\beta N_s(t) - \alpha > \circ$. برای تعیین حد آستانه، فرض می‌کنیم که تمامی افراد جامعه از مجموعه اول بوده و فقط یک مجرم وجود داشته باشد؛ از این‌رو برای افزایش افراد مجرم در این حالت لازم است که شرط $\beta N_s(t_\circ) - \alpha > \circ$ برقرار باشد. به عبارتی برای افزایش در افراد مجموعه دوم در زمان $t_\circ$ شرط

$$R_\circ = \frac{\beta}{\alpha} N_s(t_\circ) > ۱ \tag{۲.۴}$$

لازم است.

همان‌گونه که شواهد تجربی نشان می‌دهد گسترش جرم در یک جامعه لزوماً با مجرم شدن تمام افراد به پایان نمی‌رسد و در پایان افرادی وجود دارند که در طول زندگی خود به عنوان مجرم در دادگاه محکوم نشده‌اند. این مشاهده با مدل ریاضی ارائه شده نیز قابل تایید است. برای اثبات این ادعا قرار می‌دهیم:

$$N_s(\infty) = \lim_{t\to\infty} N_s(t),$$

فرض می‌کنیم که متغیر $\tilde{N}_s(t)$ در معادله دیفرانسیل

$$\frac{d\tilde{N}_s(t)}{d(t)} = -\beta N_c(t) N_s(t) \tag{۳.۴}$$

صدق کند. با مقایسه معادله یک از مدل (۵.۲) و معادله (۳.۴) نتیجه

$$\frac{dN_s(t)}{d(t)} > \frac{d\tilde{N}_s(t)}{d(t)} \tag{۴.۴}$$

حاصل می‌شود. اکنون طبق قاعده مشتق گیری زنجیره‌ایی داریم:

$$\frac{d\tilde{N}_s(t)}{dN_r(t)} = -\frac{\beta}{\alpha} N_s(t),$$

اکنون با حل این معادله دیفرانسیل با شرط اولیه $\tilde{N}_s(\circ) = N_s(\circ)$ داریم:

$$\tilde{N}_s(t) = N_s(\circ) e^{-\frac{\beta}{\alpha} N_r(t)} > \circ \tag{۵.۴}$$

زیرا $N_s(\circ)$ مثبت و $N_r(t)$ کراندار است. با توجه به معادله (۴.۴) و (۵.۴) نتیجه $N_s(\infty) > \circ$ بدست می‌آید، که نشان دهنده این است که همواره در جامعه افراد غیر مجرم وجود دارد.

برای تعیین وضعیت افراد مجرم با گذشت زمان در جامعه از معادله دوم مدل (۵.۲) داریم

$$\frac{dN_c(t)}{dt} = \beta N_c(t)N_s(t) - \alpha N_c(t) = N_c(t)(\beta N_s(t) - \alpha). \qquad (۶.۴)$$

با انتگرال‌گیری از معادله (۴.۴) نتیجه می‌شود

$$N_c(t) = N_c(0)e^{(\beta N_s(t)-\alpha)}. \qquad (۷.۴)$$

از این‌رو تعداد افراد مجرم در آینده به اندازه $(\beta N_s(t) - \alpha)$ وابسته خواهد بود و داریم:

$$N_c(\infty) = N_c(0)e^{(\beta N_s(\infty)-\alpha)} \qquad (۸.۴)$$

۵ برآورد پارامترها

در این بخش به تعیین مقدار α می‌پردازیم. گروهی از افراد را که همزمان مرتکب جرم شده‌اند را در نظر بگیرید. فرض کنید $U(s)$ تعداد تعداد افرادی باشد که بعد از گذشت زمان s همچنان مجرم هستند. اگر α کسری از مجرمان باشد که در واحد زمان کلاس N_c را ترک می‌کنند، آنگاه $\frac{dU}{dt} = -\alpha U$ و $U(s) = U(0)e^{-\alpha s}$. بنابراین کسری از مجرمان که s واحد زمان بعد از ارتکاب جرم همچنان مجرم هستند، برابر با $e^{-\alpha s}$ است. به تعبیری دیگر، احتمال آن که تا زمان t همچنان فردی مجرم باشد برابر $e^{-\alpha t}$ است. به این ترتیب تابع توزیع احتمال عبارت است از:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 - \alpha e^{-\alpha t} & t \geq 0 \end{cases}$$

و تابع چگالی احتمال برابر است با:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \alpha e^{-\alpha t} & t \geq 0 \end{cases}$$

در نتیجه متوسط زمانی که یک فرد مجرم در مجموعه دوم قرار دارد، برابر است با امید ریاضی زیر:

$$\int_{-\infty}^{\infty} tf(t)dt = \int_{0}^{\infty} t\alpha e^{-\alpha t}dt = \frac{1}{\alpha}.$$

به این ترتیب متوسط زمان لازم برای پیوستن به مجموعه سوم برابر است با $\frac{1}{\alpha}$ و به کمک داده‌های مرتبط با متوسط زمان لازم برای تحمل مجازات جرم، می‌توان برآوردی برای α بدست آورد.

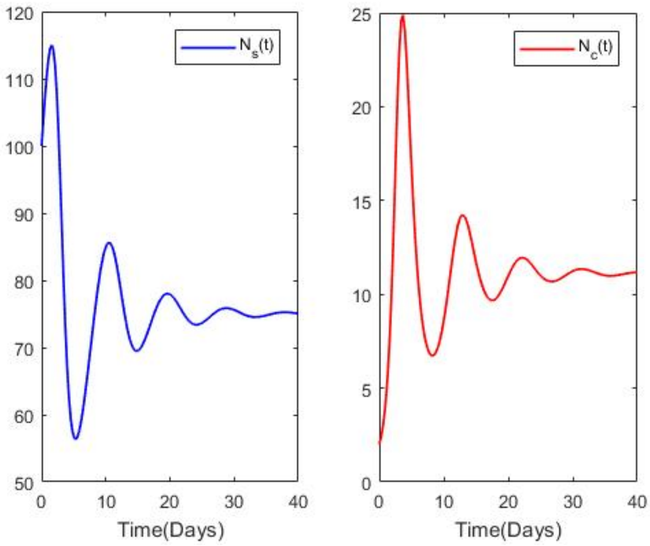
برای برآورد کردن β با توجه به دستگاه معادلات دیفرانسیل، مقدار α و مقادیر $N_s(0)$ و $N_c(0)$ ، می‌توان از روش حداقل مربعات برای یافتن بهترین برازش بر حسب β استفاده کرد و از این طریق برآوردی برای β بدست آورد.

۶ شبیه‌سازی‌های عددی

در این بخش برای تائید مباحث تئوری در بخش‌های قبلی از شبیه‌سازی‌های عددی استفاده می‌کنیم. برای این منظور از نرم افزار متلب و کد ode۴۵ استفاده می‌کنیم. ابتدا شرایطی را در نظر می‌گیریم که عدد مولد بزرگتر از واحد باشد. فرض کنید پارامترهای مدل و شرایط اولیه به صورت جدول ۱ باشند. در این صورت عدد مولد برابر ۱ بوده و مسیرهای فازی به نقطه تعادل $P_0(\frac{\alpha}{\beta}, \frac{\Lambda}{\alpha})$ میل می‌کنند. شکل ۱ این موضوع را تایید می‌کند. با توجه به این شکل مقادیر $N_s(t)$ و $N_c(t)$ با گذشت زمان به صورت نوسانی به نقطه تعادل P_0 میل می‌کنند.

جدول ۱: مقادیر اولیه و پارامترهای مدل به ازای عدد مولد بزرگتر از واحد

$N_r(\circ)$	$N_c(\circ)$	$N_s(\circ)$	$R_\circ$	Λ	β	α
۱	۲	۱۰۰	$\frac{۲۴۰}{۱۸}=۱۳/۳$	۲۰	۰/۰۲۴	۱/۸



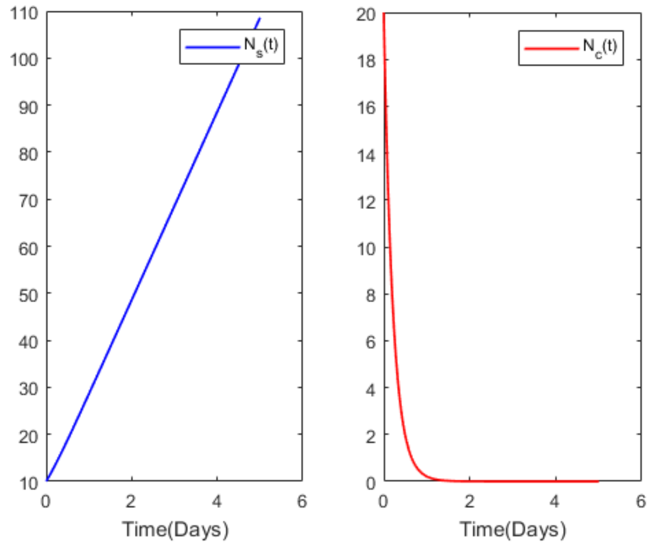
شکل ۱: مسیرهای فازی مدل (۵.۲) به ازای عدد مولد بزرگتر از واحد

حال، فرض کنید مقادیر اولیه متغیرهای حالت و پارامترهای طبق جدول ۲ داده شده باشند. در این حالت عدد مولد

جدول ۲: مقادیر اولیه و پارامترهای مدل به ازای عدد مولد کوچکتر از واحد

$N_r(\circ)$	$N_c(\circ)$	$N_s(\circ)$	$R_\circ$	Λ	β	α
۱	۲۰	۱۰	۰/۰۴۸	۲۰	۰/۰۲۴	۵

کوچکتر از واحد بوده و انتظار می‌رود تعداد افراد مجرم با گذشت زمان کاهش پیدا کند. شکل ۲ این واقعیت را تایید می‌کند.



شکل ۲: مسیرهای فازی مدل (۵.۲) به ازای عدد مولد کوچکتر از واحد

۷ بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله یک مدل ریاضی برای گسترش جرم در یک جمعیت ارائه گردید. برای این منظور افراد جامعه به سه زیرمجموعه افراز شده و به کمک نظریه سیستم‌های دینامیکی پیوسته معادلات مربوطه طراحی گردید. برای مدل مطرح شده عدد مولد پایه، $R_{\circ}$ ، را معرفی کرده و نشان داده شد وقتی که $R_{\circ} > 1$ ، تعداد مجرمان در جمعیت مورد مطالعه رو به افزایش می‌باشد. بنابراین با استفاده از داده‌های آماری حوزه‌های قضایی مختلف کشور و تخمین مقادیر α و β می‌توان از مدل ارائه شده برای تحلیل روند افزایش تعداد مجرمان در آن حوزه استفاده نمود. به‌خصوص به کمک نتایج بدست آمده از مدل مطرح شده در این مقاله می‌توان مشاهده کرد برای جلوگیری از تولید جرم در جامعه نیاز به اقدام‌های موثری در زمینه توسعه فرهنگ قانون‌گرایی و افزایش قدرت بازدارندگی مجازات داریم. در پایان به عنوان نتیجه دیگری از مدل ارائه شده می‌توان گفت قانون کاهش مجازات حبس تعزیری مصوب ۱۳۹۹ نه تنها کمکی به کاهش تولید جرم نمی‌نماید، بلکه موجب افزایش عدد مولد پایه ($R_{\circ}$) می‌شود، زیرا کاستن قدرت بازدارندگی کیفر و عدم تناسب جرم و مجازات باعث توسعه دامنه تکرار جرم و تضعیف دفاع از جامعه در مقابل بزهکاری می‌شود. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد برای پیشگیری از وقوع جرم و کاهش جمعیت مجرمان و افزایش قدرت بازدارندگی مجازات، قانونگذار با پیش بینی مجازات متناسب با جرم، قدرت بازدارندگی را تثبیت نماید، زیرا با کاهش مجازات بدون فرهنگ‌سازی احترام به قانون با پدیده دیگری به نام انتقام خصوصی روبرو می‌شویم که خود می‌تواند سبب گسترش جرم در جامعه شود.

۸ تقدیر و تشکر

این مقاله در قالب طرح پژوهشی به شماره ۲-۰۲-۳۸۱۲ و با بهره‌مندی از اعتبارات پژوهشی دانشگاه جیرفت به انجام رسیده است.

فهرست منابع

[۱] محمد علی اردبیلی، حقوق جزای عمومی، تهران: میزان، چاپ پنجم، ۱۳۸۲.

[۲] علی حسین نجفی ابرندآبادی، حسین گلدوزیان، جرم‌شناسی و روی‌کرد آن به جرم و علت‌شناسی جنایی، پژوهش حقوق کیفری، سال ششم، شماره ۲۳، ۱۳۹۷.

[3] United Nations on Drugs and Crime, International Clasification of Crimes for Statistical Purposes, United Nations on Drugs and Crime, 2008.

[4] Kermack, WO. and McKendrick AG., 1991. Contributions to the mathematical theory of epidemics. Bulletin of mathematical biology, 53(1-2), pp. 33-55. doi: 10.1007/BF02464423. PMID: 2059741

[5] Olatunbosun, A. and Oluduro, O., 2012. Crime forecasting and planning in developing countries, emerging issues, Canadian Social Science, 8, pp. 36–43. doi:10.3968/j.css.1923669720120801.600

[6] Curiel, R. P., Delmar, S. C. and Bishop, S. R., 2018. Measuring the distribution of crime and its concentration. Journal of Quantitative Criminology, 34, pp. 775–803. doi:10.1007/s10940-017-9354-9

[7] Gyong, J. E., 2010. Criminal victimization and the reporting of crime in kaduna state, towards integrating the victim of crime into criminological discourse, Current Research Journal of Social Sciences, 2, pp. 288–295.

[8] Prieto, C. R. and Bishop, S., 2017. Modelling the fear of crime, Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 473, pp. 1-14. doi.org/10.1098/rspa.2017.0156

[9] Sooknanan, J., Bhatt, B. and Comissiong, D. M. G., 2016. A modified predator prey model for the interaction of police and gangs, Royal Society Open Science, 3, pp. 1-15. doi.org/10.1098/rsos.160083

[10] Nyabadza, F., Ogbogbo, C. P. and Mushanyu, J., 2017. Modelling the role of correctional services on gangs: insights through a mathematical model, Royal Society Open Science, 4, pp. 1-14. doi:10.1098/rsos.170511

[11] Islam, M. A., Sakib, M. A., Shahrear, P. and Rahman, S. M. S., 2017. Dynamics of poverty, drug addiction and snatching in sylhet, bangladesh, IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM), 13, pp. 78-89. doi:10.9790/5728-1303057889

[12] Misra, AK., 2014. Modeling the effect of police deterrence on the prevalence of crime in the society. Applied Mathematics and computation. 15, pp. 237:531-45. doi.org/10.1016/j.amc.2014.03.136

[13] González-Parra, G., Chen-Charpentier, B. and Kojouharov, HV., 2018. Mathematical modeling of crime as a social epidemic. Journal of Interdisciplinary mathematics. 21(3), pp. 623-43. doi:10.1080/09720502.2015.1132574

[14] Simon, D. and Morenoff J., 2014. Modeling the underlying dynamics of the spread of crime. PloS one. 9(4), pp. e88923, doi.org/10.1371/journal.pone.0088923

[15] Pritam, KS., Mathur, T. and Agarwal, S. 2021., Underlying dynamics of crime transmission with memory. Chaos, Solitons & Fractals. 146, pp. 110838. doi:10.1016/j.chaos.2021.110838

[16] Amin, R., 2019. Mathematical Model of Crime and Literacy Rates. International Journal of Mathematics Trends and Technology. 65(9), pp. 57-63. doi: 10.14445/22315373/IJMTT-V65I9P509

[17] Mataru, B., Abonyo, OJ. and Malonza D., 2023. Mathematical Model for Crimes in Developing Countries with Some Control Strategies. Journal of Applied Mathematics. 7, pp. 1-14. doi: 10.1155/2023/8699882

[18] Opoku, NK., Bader, G. and Fiatsonu E., 2021. Controlling crime with its associated cost during festive periods using mathematical techniques. Chaos, Solitons & Fractals. 145, pp.110801. doi.org/10.1016/j.chaos.2021.110801

[19] Kwofie, T., Dogbatsey, M., Moore, SE., 2023. Curtailing crime dynamics: A mathematical approach. Frontiers in Applied Mathematics and Statistics. Jan 24;8, pp.1086745. doi:10.3389/fams.2022.1086745

[20] Mebratie, MA., Dawed, MY., 2020. Mathematical model analysis of crime dynamics incorporating media coverage and police force. J. Math. Comput. Sci. 11(1), pp.125-48. doi: 10.28919/jmcs/5062

[21] Srivastav, AK., Ghosh, M. and Chandra, P., 2019. Modeling dynamics of the spread of crime in a society. Stochastic Analysis and Applications. 37(6), pp. 991-1011. doi:10.1080/07362994.2019.1636658

Postmodern Criminology and Dynamic Mathematical Modeling of Crime

Uosef Mohammadi(1) [2], Hossein Kheiri(2) and Roya Ghasemkhani(1)

(1) Department of Mathematics, Faculty of Science, University of Jiroft, Jiroft, Iran
(2) Department of Applied Mathematics, Faculty of Mathematics, Statistics and computer Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Received: 25 February 2023 Accepted: 21 January 2024

Communicated by: Fatemeh Helen Ghane

Abstract: Crime control and security are among the essential needs of development in any society. One of the frequently used theories of criminology that its birth was in the 1990s is postmodern or eclectic criminology. Postmodern criminology through combining different scientific theories, including mathematics tries to do a comprehensive analysis of crime. Nowadays, mathematical models are used to study the dynamic behavior of many phenomena and processes in engineering sciences, basic sciences and humanities. Mathematical modeling is one of the important tools of scientists in controlling and predicting the future of various dynamic phenomena. In the field of law and especially in criminology, these models are very useful for evaluating crime control strategies. In this article, using a new mathematical model, we deal with mass dynamic modeling and its analysis.

Keywords: Crime, Postmodern Criminology, Differential Equations.

[2]Corresponding author.
E-mail addresses: (U.Mohammadi) u.mohamadi@ujiroft.ac.ir , (H.Keiri) h-kheiri@tabrizu.ac.ir
(R.Ghasemkhani) roya.ghasemkhani@gmail.com